

**PROFIL SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DAUN
BELUNTAS (*Pluchea indica* Less.) DI KAWASAN
KARST GUNUNGKIDUL YOGYAKARTA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



disusun oleh:

HANIFAH ZAHRA

20106040024

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2025**

**PROFIL SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DAUN
BELUNTAS (*Pluchea indica* Less.) DI KAWASAN
KARST GUNUNGKIDUL YOGYAKARTA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



disusun oleh:

HANIFAH ZAHRA

20106040024

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2025**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2120/Un.02/DST/PP.00.9/09/2025

Tugas Akhir dengan judul : Profil Senyawa Metabolit Sekunder Daun Beluntas (*Pluchea indica* Less.) di Kawasan Karst Gunungkidul Yogyakarta

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : HANIFAH ZAHRA
Nomor Induk Mahasiswa : 20106040024
Telah diujikan pada : Kamis, 21 Agustus 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A/B

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

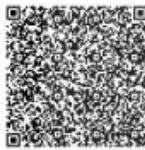
TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 68d38d4c9b6d2

Ketua Sidang

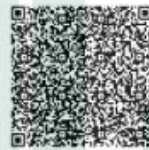
Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si
SIGNED



Valid ID: 68d371b6c2a4d

Penguji I

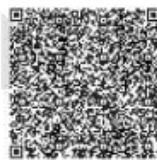
Najda Rifqiyati, S.Si., M.Si
SIGNED



Valid ID: 68c8f83c553d5

Penguji II

Shilfiana Rahayu, M.Sc.
SIGNED



Valid ID: 68d3ad948810c

Yogyakarta, 21 Agustus 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khuruf Wardati, M.Si.
SIGNED

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Hanifah Zahra

NIM : 20106040024

Program Studi : Biologi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli karya atau penelitian sendiri dan bukan plagiasi dari hasil karya orang lain kecuali pada bagian yang dirujuki sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya agar dapat diketahui oleh anggota dewan penguji.

Yogyakarta, 12 Agustus 2025

Yang menyatakan,



Hanifah Zahra
NIM. 20106040024

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-03/R0



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Hanifah Zahra

NIM : 20106040024

Judul Skripsi : Profil Metabolit Sekunder Daun Beluntas (*Pluchea indica* Less.) di Kawasan Karst
Gunungkidul Yogyakarta

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 12 Agustus 2025
Pembimbing

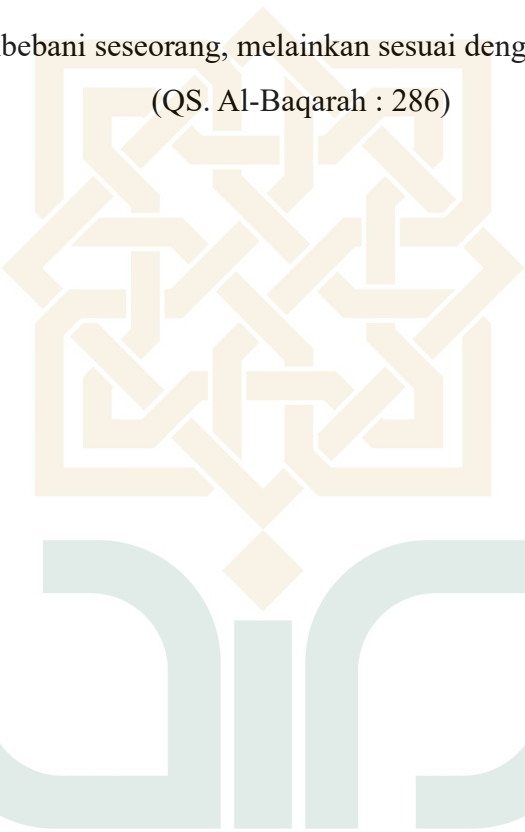
Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, M. Si.
NIP. 198002072009122002

HALAMAN MOTTO

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا... ٢٨٦

“Allah tidak membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya...”

(QS. Al-Baqarah : 286)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada orang tua dan keluarga penulis yang memberikan banyak dukungan selama masa penulisan baik moril, materil, dan doa yang selalu dipanjatkan kepada Allah swt sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Penulis haturkan puji syukur bagi Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, nikmat, rahmat, dan pertolongannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Profil Senyawa Metabolit Sekunder Daun Beluntas (*Pluchea indica* Less.) di Kawasan Karst Gunungkidul Yogyakarta”. Shalawat dan salam juga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana program studi biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dan juga dengan harapan bahwa skripsi ini dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya.

Penulis sampaikan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan kesehatan, petunjuk, dan pertolongannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Seluruh keluarga penulis, orang tua, adik, dan lainnya yang sudah membantu baik dalam bentuk motivasi, do’a, kasih sayang, keikhlasan dan kesabaran serta pengorbanan dan perhatian yang tak henti-hentinya mengalir untuk penulis juga memberikan dukungan penulis baik materil dan moril dalam memfasilitasi segala kebutuhan perkuliahan sehingga penulis termotivasi untuk menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
3. Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
5. Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, M. Si. selaku kaprodi program studi biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dan juga selaku dosen pembimbing skripsi yang sudah membimbing penulis dengan sabar telah meluangkan waktu,

memberikan arahan, bimbingan, dan koreksi yang sangat berharga dari awal hingga akhir penulisan skripsi.

6. Shilfiana Rahayu, M.Sc selaku dosen penasehat akademis yang telah banyak membantu penulis dari awal perkuliahan dan juga selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan saran, kritik, serta masukan yang membangun demi penyempurnaan tugas akhir ini.
7. Ardyan Pramudya Kurniawan, S.Si., M.Si. selaku dosen penasehat akademis penulis di semester akhir.
8. Najda Rifqiyati, M.Si. selaku dosen penguji 1 yang telah memberikan saran, kritik, dan masukan yang membangun demi penyempurnaan tugas akhir ini, serta atas hibah dana penelitian yang telah diberikan.
9. Seluruh dosen prodi biologi, pranata laboratorium pendidikan, dan seluruh staf dan karyawan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bekal ilmu, wawasan, pengalaman akademik, dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan.
10. Seluruh teman-teman yang sudah mendukung penulis secara moral, memberikan semangat, saran, dan bertukar pikiran sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
11. Seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penelitian hingga penulisan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu

Semoga bantuan dan dukungan yang sudah diberikan oleh semua pihak kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari masih ada kekurangan dan kelemahan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karenanya kritik dan saran yang membangun penulis harapkan dan semoga skripsi ini dan memberikan manfaat dan kebaikan bagi banyak orang.

Yogyakarta, 11 Agustus 2025

Penulis

PROFIL SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DAUN BELUNTAS (*Pluchea indica* Less.) DI KAWASAN KARST GUNUNGKIDUL YOGYAKARTA

Hanifah Zahra
20106040024

ABSTRAK

Daerah Gunungkidul memiliki topografi yang unik yaitu adanya bentang alam karst. Kondisi lingkungan di kawasan karst berbeda dengan lingkungan non-karst memungkinkan adanya perbedaan senyawa metabolit sekunder. Daun beluntas (*Pluchea indica* Less.) merupakan salah satu tanaman yang tumbuh di daerah karst Gunungkidul dan dimanfaatkan oleh masyarakat untuk melancarkan ASI. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil senyawa metabolit sekunder dan pelarut yang efektif untuk mengekstrak senyawa metabolit sekunder daun beluntas dari kawasan karst Gunungkidul. Penelitian ini menggunakan sampel daun beluntas dari daerah Tepus Gunungkidul. Pelarut ekstraksi yang digunakan yaitu metanol (polar), etil asetat (semipolar), dan n-heksana (nonpolar) dengan metode GC-MS. Hasil identifikasi dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan 77 jenis senyawa metabolit sekunder yang berbeda. Senyawa dengan luas area lebih dari 15% pada ekstrak metanol dan yaitu *stigmasterol* (19,63%), *ethyl iso-allocholeate* (18,37%), dan *phytol* (15,40%). Senyawa dengan dengan luas area lebih dari 15% pada ekstrak etil asetat yaitu *phytol* (22,41%), *ethyl iso-allocholeate* (22,13%), dan *stigmasterol* (16,41%). Senyawa dengan dengan luas area lebih dari 15% pada ekstrak n-heksana yaitu *stigmasterol* (20,59%) dan *lupeol* (19,65%). Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pelarut yang mengekstrak senyawa paling banyak yaitu n-heksana dengan total 50 senyawa yang berbeda. Golongan senyawa yang paling banyak di ketiga pelarut adalah terpenoid. Stigmasterol merupakan senyawa yang memiliki luas area diatas 15% pada semua pelarut.

Kata Kunci : Beluntas, GC-MS, Gunungkidul, Karst, Metabolit Sekunder

PROFILE OF SECONDARY METABOLITE COMPOUNDS OF BELUNTAS LEAVES (*Pluchea indica* Less.) IN THE KARST AREA OF GUNUNGKIDUL YOGYAKARTA

Hanifah Zahra
20106040024

ABSTRACT

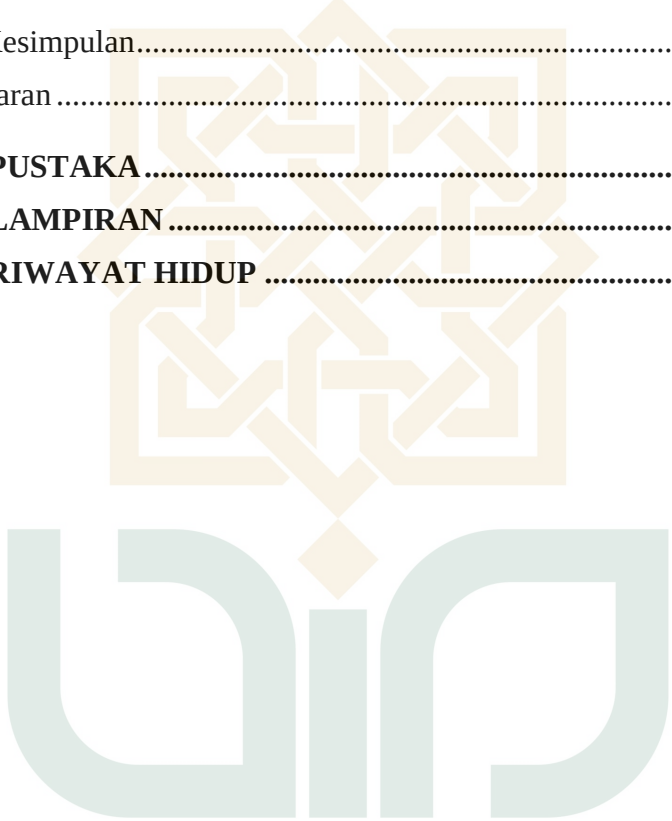
The Gunungkidul region has a unique topography, characterized by the presence of karst landscapes. The environmental conditions in karst areas differ from those in non-karst environments, which allows for differences in secondary metabolite compounds. Beluntas leaves (*Pluchea indica* Less.) are one of the plants that grow in the karst area of Gunungkidul and are used by the local community to promote breast milk production. This study aims to determine the profile of secondary metabolite compounds and the most effective solvent for extracting secondary metabolites from beluntas leaves in the Gunungkidul karst area. The study used beluntas leaf samples from the Tepus area of Gunungkidul. The extraction solvents used were methanol (polar), ethyl acetate (semi-polar), and n-hexane (non-polar) with the GC-MS method. The identification results were analyzed descriptively and qualitatively. The results showed 77 different types of secondary metabolite compounds. Compounds with an area percentage greater than 15% in the methanol extract were stigmasterol (19.63%), ethyl iso-allocholate (18.37%), and phytol (15.40%). Compounds with an area percentage greater than 15% in the ethyl acetate extract were phytol (22.41%), ethyl iso-allocholate (22.13%), and stigmasterol (16.41%). Compounds with an area percentage greater than 15% in the n-hexane extract were stigmasterol (20.59%) and lupeol (19.65%). Based on these results, it can be concluded that the solvent which extracted the most compounds was n-hexane, with a total of 50 different compounds. The most abundant group of compounds in all three solvents was terpenoids. Stigmasterol was the compound with an area percentage above 15% in all solvents.

Keywords : Beluntas, GC-MS, Gunungkidul, Karst, Secondary Metabolites

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Kawasan Karst.....	4
B. Beluntas (<i>Pluchea indica</i> L.).....	6
C. Metabolit Sekunder.....	8
D. Simplisia.....	15
E. Ekstraksi.....	16
F. <i>Gas Chromatography- Mass Spectrometry</i> (GC-MS)	18
BAB III METODE DAN CARA KERJA	20
A. Tempat dan Waktu Penelitian	20
B. Alat dan Bahan	20
C. Prosedur Kerja	20

D. Analisis Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
A. Hasil Penelitian.....	23
B. Pembahasan	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
A. Kesimpulan.....	43
B. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
DAFTAR LAMPIRAN	60
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	70



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
 YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Daun beluntas yang digunakan dalam penelitian.....	6
Gambar 2. Diagram venn senyawa metabolit sekunder ekstrak metanol, etil asetat, dan n-heksana daun beluntas.....	33



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan ekstrak duan beluntas	60
Lampiran 2. Kromatogram ekstrak metanol daun beluntas (<i>Pluchea indica</i> L.) yang diperoleh di Gunungkidul	61
Lampiran 3. Kromatogram ekstrak etil asetat daun beluntas (<i>Pluchea indica</i> L.) yang diperoleh di Gunungkidul	62
Lampiran 4. Kromatogram ekstrak n-heksana daun beluntas (<i>Pluchea indica</i> L.) yang diperoleh di Gunungkidul	63
Lampiran 5. Senyawa metabolit sekunder yang ditemukan di tiga pelarut (metanol, etil asetat, dan n-heksana).....	64
Lampiran 6. Senyawa metabolit sekunder yang ditemukan di dua pelarut metanol dan etil asetat	64
Lampiran 7. Senyawa metabolit sekunder yang ditemukan di dua pelarut metanol dan n-heksana	64
Lampiran 8. Senyawa yang ditemukan di dua pelarut etil asetat dan n-heksana ..	65
Lampiran 9. Senyawa yang ditemukan di satu pelarut metanol.....	65
Lampiran 10. Senyawa yang ditemukan di satu pelarut etil asetat	65
Lampiran 11. Senyawa yang ditemukan di satu pelarut n-heksana	66
Lampiran 12. Senyawa metabolit sekunder ekstrak metanol daun beluntas berdasarkan luas area	67
Lampiran 13. Senyawa metabolit sekunder ekstrak etil asetat daun beluntas berdasarkan luas area	68
Lampiran 14. Senyawa metabolit sekunder ekstrak n-heksana daun beluntas berdasarkan luas area	68

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki biodiversitas yang melimpah. Digital Flora Indonesia sampai bulan Januari 2025 mencatat terdapat 22.653 jenis tumbuhan di Indonesia. Tercatat lebih dari 9.609 spesies tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai obat. Faktor yang menyebabkan Indonesia memiliki banyak keanekaragaman hayati yakni Indonesia terletak di garis khatulistiwa dan berada pada garis lintang 6°LU-11°LS dan 95°BT-141°BT sehingga Indonesia termasuk wilayah dengan iklim tropis. Wilayah dengan iklim tropis mendapatkan sinar matahari setiap tahunnya, tanahnya subur, dan perubahan suhu lingkungan tidak memiliki perbedaan yang signifikan sehingga lebih mudah bagi tanaman untuk tumbuh. Selain itu, Indonesia memiliki topografi yang beragam meliputi dataran rendah, dataran tinggi, gunung dan bukit. Perbedaan topografi memengaruhi kondisi lingkungan di masing-masing wilayah di Indonesia.

Salah satu topografi unik yang ada di Indonesia adalah kawasan karst. Kawasan karst termasuk kawasan yang dilindungi berdasarkan UU Lingkungan Hidup dan Permen-ESDM No.17/2012. Hal tersebut karena kawasan karst memiliki keragaman dan potensi keanekaragaman hayati dan non-hayati yang melimpah. Salah satu kawasan karst yang ada di Indonesia terletak di Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Kawasan karst memiliki karakteristik kering dan kurang subur serta memiliki keunikan termasuk kehidupan hayati didalamnya sehingga penting untuk menjaga kelestarian kawasan karst.

Salah satu kearifan lokal yang ada di kawasan karst Gunungkidul tepatnya di Kecamatan Tepus yaitu pemanfaatan daun *Pluchea indica* L. atau lebih dikenal masyarakat dengan nama beluntas untuk melancarkan ASI. Tumbuhan dapat dimanfaatkan karena terdapat senyawa bioaktif atau metabolit sekunder yang memiliki efek pada tubuh manusia. Metabolit sekunder seperti

flavonoid, saponin, alkaloid, steroid, triterpenoid, dan tanin telah terbukti memiliki aktivitas farmakologis seperti antioksidan, antibakteri, antiradang, dan antidiabetes. Terdapat perbedaan kandungan metabolit sekunder pada setiap individu tumbuhan yang dipengaruhi oleh lingkungan dan gen. Lingkungan sangat berpengaruh karena tumbuhan tidak dapat berpindah tempat sehingga harus beradaptasi dengan kondisi lingkungan tempatnya tumbuh untuk dapat tetap hidup (Campbell *et al.* 2008). Metabolit sekunder diproduksi oleh tumbuhan sebagai atraktan untuk menarik organisme lain, pertahanan terhadap patogen, perlindungan dan adaptasi terhadap stres lingkungan.

Metabolit sekunder dapat diidentifikasi dengan mengekstrak bagian tumbuhan menggunakan pelarut lalu dilakukan pengujian dengan alat tertentu. Terdapat pelarut polar, semipolar, dan non polar. Pelarut berfungsi untuk mengikat metabolit sekunder sehingga dapat diketahui kandungan metabolit sekunder yang terdapat di dalam tumbuhan yang diuji. Pemilihan pelarut dalam ekstraksi metabolit sekunder sangat dipengaruhi oleh sifat kimia senyawa yang akan diekstrak, khususnya polaritasnya. Prinsip dasar yang digunakan adalah “*like dissolves like*,” di mana senyawa dengan polaritas tertentu lebih mudah larut dalam pelarut dengan polaritas yang sama atau mirip (Alfauzi *et al.*, 2022). Pelarut polar akan melarutkan senyawa polar yang mengekstrak senyawa alkaloid kuartener, komponen fenolik, karotenoid, tanin, gula, asam amino, dan glikosida. Pelarut semi polar mampu mengekstrak senyawa fenol, terpenoid, alkaloid, aglikon, dan glikosida. Pelarut non polar merupakan pelarut yang dikenal efektif terhadap alkaloid dalam bentuk basa dan terpenoid dari bahan (Agusman *et al.*, 2022).

Penelitian yang dilakukan Sari *et al.* (2022) pada daun beluntas di Ngantru Kabupaten Tulungagung menunjukkan adanya kandungan flavonoid, saponin, dan tanin. Penelitian yang dilakukan Nisa *et al.* (2023) menunjukkan beluntas di Kalimantan Selatan mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan steroid. Penelitian yang dilakukan Setiawan dan Wijaya (2023) terhadap kandungan metabolit sekunder beluntas di Surabaya Jawa Timur

menunjukkan adanya kandungan, alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, polifenol dan minyak atsiri. Jumlah polifenol, flavonoid dan alkaloid dipengaruhi oleh ketinggian tempat tumbuh, curah hujan dan jenis tanah. Polifenol dan flavonoid dengan jumlah tertinggi didapatkan dari daerah dengan curah hujan dan ketinggian tempat paling rendah dari ketiga daerah dengan jenis tanah alluvial dan gramosol. Jumlah alkaloid tertinggi didapatkan pada daerah dengan curah hujan dan ketinggian tempat tertinggi dari ketiga daerah yang diuji dengan jenis tanah andosol, lambusol, latosol dan alluvial. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder dan pelarut yang efektif digunakan untuk menganalisis metabolit sekunder daun beluntas di kawasan karst Gunungkidul.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana profil metabolit sekunder ekstrak daun beluntas dari kawasan karst Gunungkidul dengan pelarut metanol, etil asetat, dan n-heksana melalui uji GC-MS?
2. Pelarut manakah yang paling efektif digunakan dalam menganalisis senyawa metabolit sekunder daun beluntas dari kawasan karst Gunungkidul?

C. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis profil metabolit sekunder ekstrak daun beluntas dari kawasan karst Gunungkidul dengan pelarut metanol, etil asetat, dan n-heksana menggunakan uji GC-MS.
2. Menganalisis pelarut yang paling efektif (beragam) digunakan dalam menganalisis senyawa metabolit sekunder daun beluntas dari kawasan karst Gunungkidul.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan terkait metabolit sekunder daun beluntas dan dapat digunakan sebagai dasar informasi bagi penelitian selanjutnya terkait pengembangan pemanfaatan daun beluntas di kawasan bentang alam karst Gunungkidul Yogyakarta.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Ditemukan 77 jenis senyawa metabolit sekunder yang berbeda pada daun beluntas dengan tiga pelarut yang berbeda. Pelarut n-heksana menunjukkan hasil identifikasi jenis senyawa metabolit sekunder terbanyak yaitu 50 senyawa, diikuti etil asetat sebanyak 28 senyawa, dan metanol sebanyak 25 senyawa metabolit sekunder. Golongan senyawa metabolit sekunder yang ditemukan diantaranya asam amino, asam lemak, terpenoid, triterpenoid, seskuiterpenoid, diterpenoid, steroid, lipid, fenol, bisfenol, alkohol, keton, ester, nitril, ester akrilik, asetal, dan ester alkohol.
2. Pelarut yang menunjukkan hasil senyawa paling beragam yaitu pelarut n-heksana dengan total 50 senyawa yang berbeda. Jenis metabolit sekunder yang mayoritas ditemukan yaitu golongan terpenoid pada semua pelarut terutama pelarut n-heksana. Stigmasterol merupakan senyawa yang memiliki luas area diatas 15% pada semua pelarut.

B. Saran

Analisis GC-MS sangat sesuai untuk senyawa yang volatil, sehingga untuk mendapat senyawa yang kurang volatil dapat dilakukan derivatisasi untuk mengurangi polaritas dan meningkatkan volatilitas dapat dilakukan analisis lain seperti LC-MS atau FITR dan fraksinasi untuk mendapatkan senyawa metabolit sekunder yang lebih beragam atau belum teridentifikasi oleh GC-MS.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Ghffar, E. A., El-Nashar, H. A., Eldahshan, O. A., & Singab, A. N. (2017). GC-MS analysis and hepatoprotective activity of the n-hexane extract of *Acrocarpus fraxinifolius* leaves against paracetamol-induced hepatotoxicity in male albino rats. *Pharmaceutical biology*, 55(1), 441–449. <https://doi.org/10.1080/13880209.2016.1246575>
- Abdelhamid, M. S., Kondratenko, E. I., & Lomteva, N. A. (2015). GC-MS analysis of phytocomponents in the ethanolic extract of *Nelumbo nucifera* seeds from Russia. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(4), 115–118. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2015.50419>
- Abubacker, M. N., & Devi, P. K. (2014). In vitro antifungal potentials of bioactive compound oleic acid, 3-(octadecyloxy) propyl ester isolated from *Lepidagathis cristata* Willd. (*Acanthaceae*) inflorescence. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(2), S661–S664. <https://doi.org/10.12980/APJTB.4.201414B189>
- Addai, Z. R., Abood, M. S., & Hlail, S. H. (2022). Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of stachys leaves extract. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 6(9), 1469–1473.
- Agostini-Costa, T. da S., Vieira, R. F., Bizzo, H. R., Silveira, D., & Gimenes, M. A. (2012). Secondary metabolites. In S. Dhanarasu (Ed.), *Chromatography and its applications*. InTech. <https://doi.org/10.5772/34518>
- Agusman, I., Diharmi, A., & Sari, N. I. (2022). Identifikasi senyawa bioaktif pada fraksi ekstrak rumput laut merah (*Eucheuma cottonii*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 9(2), 60–64. <https://doi.org/10.29103/aa.v9i2.8121>
- Akbar, S. A., & Hassan, M. (2024). Evaluation of bioactive composition and phytochemical profile of macroalgae *Gracilaria edulis* and *Acanthophora spicifera* from the Banda Aceh Coast, Indonesia. *Science & Technology Asia*, 29(1), 194–207.
- Akfar St. Fransiskus Xaverius. (2023). *Metabolit Sekunder Dari Tanaman: Aplikasi dan Produksi*.
- Al-Fatimi, M. (2020). β -Caryophyllene: A single volatile component of n-hexane extract of *Dracaena cinnabari* resin. *Molecules*, 25(21), 4939. <https://doi.org/10.3390/molecules25214939>
- Alfaridz, F., & Amalia, R. (2018). Review jurnal: Klasifikasi dan aktivitas farmakologi dari senyawa aktif flavonoid. *Farmaka Suplemen*, 16(3), 172–183. <https://doi.org/10.24198/jf.v16i3.17283>
- Alfauzi, R. A., Hartati, L., Suhendra, D., Rahayu, T. P., & Hidayah, N. (2022). Pengaruh polaritas pelarut terhadap ekstraksi senyawa bioaktif kulit jengkol (Archidendron jiringa). *IPB Journal*, 20(3), 95–103. <https://doi.org/10.17509/ipb.v20i3.42736>
- Al-Gara'awi, N. I., Abu-Serag, N. A., Shaheed, K. A. A., & Al Bahadly, Z. K. (2019). Analysis of bioactive phytochemical compound of *Cyperus alternifolius* L. by using gas chromatography-mass spectrometry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 571, 012047. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/571/1/012047>

- Ali, H., Dixit, S., Ali, D., Alqahtani, S., Alakahtani, S., & Alarifi, S. (2015). Isolation and evaluation of anticancer efficacy of stigmasterol in a mouse model of DMBA-induced skin carcinoma. *Drug Des Devel Ther*, 9, 2793-2800. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S83514>
- Al-Marzoqi, A. H., Hadi, M. Y., & Hameed, I. H. (2016). Determination of metabolites products by *Cassia angustifolia* and evaluate antimicrobial activity. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 8(2), 25–48. <https://doi.org/10.5897/JPP2015.0367>
- Altaee, N., Kadhim, M. J., & Hameed, I. H. (2016). Characterization of metabolites produced by *E. coli* and analysis of its chemical compounds using GC-MS. *International Journal of Current Pharmaceutical Review and Research*, 7(6), 393–399.
- Amalia, R., & Anggarani, M. A. (2022). Analisis kadar fenolik, flavonoid dan aktivitas antioksidan umbi bawang bombai (*Allium cepa* L.). *UNESA Journal of Chemistry*, 11(1), 34–45. <https://doi.org/10.26740/ujc.v11n1.p34-45>
- Amin, H., Taha, R. A., Moselhy, M. A., Gohar, M. R., Ali, M. A., & Elsayed, T. R. (2023). Rhizobacterial culture supernatant as a promising strategy for banana tissue culture improvement. *Egyptian Journal of Chemistry*, 66(1), 99–112.
- Angriani, L. (2019). Potensi ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea*) sebagai pewarna alami lokal pada berbagai industri pangan. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 2(1), 32–37. <https://doi.org/10.20956/canrea.v2i1.120>
- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). Struktur, bioaktivitas dan antioksidan flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1), 21–29. <https://doi.org/10.31629/zarah.v6i1.313>
- Arora, S., & Kumar, G. (2017). Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) determination of bioactive constituents from the methanolic and ethyl acetate extract of *Cenchrus setigerus* Vahl (Poaceae). *The Pharma Innovation Journal*, 6(11), 635–640.
- Arsana, I. N., Juliasih, N. K. A., Widyantari, A. A. A. S. S., Suriani, N. L., & Manto, A. (2022). GC-MS analysis of the active compound in ethanol extracts of white pepper (*Piper nigrum* L.) and pharmacological effects. *Cellular, Molecular and Biomedical Reports*, 2(3), 151–161. <https://doi.org/10.55705/cmbr.2022.351720.1051>
- Arsana, I. N., Juliasih, N. K. A., & Widyantari, A. A. A. S. S. (2024). GC-MS analysis of bioactive compounds in lime leaf ethanol extract (*Citrus amblycarpa* (Hassk.) Ochse), and its potential as traditional medicine agents. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(4). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i4.3735>
- Arsyad, R., Amin, A., & Waris, R. (2023). Teknik pembuatan dan nilai rendamen simplisia dan ekstrak etanol biji bagore (*Caesalpinia crista* L.) asal Polewali Mandar. *Makassar Natural Product Journal*, 1(3), 108–113. <https://doi.org/10.33096/mnpj.v1i3.47>
- Asfar, A. M. I. A., Rifai, A., Taufan Asfar, A. M. I., & Suparman. (2021). Karakterisasi antioksidan pada limbah sarang lebah *Trigona* spp. dengan metode GC-MS. In *Prosiding 5th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian*

- Kepada Masyarakat 2021: Bidang Ilmu Teknik Kimia, Kimia Analisis, Teknik Lingkungan, Biokimia dan Bioproses* (hlm. 82). ISBN 978-623-98762-1-0.
- Asworo, R. Y., & Widwastuti, H. (2023). Pengaruh ukuran serbuk simplisia dan waktu maserasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit sirsak. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(2), 256–263. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i2.19906>
- Ayele, T. T., Gurmessa, G. T., Abdissa, Z., Kenasa, G., & Abdissa, N. (2022). Oleanane and stigmasterol-type triterpenoid derivatives from the stem bark of *Albizia gummifera* and their antibacterial activities. *Journal of Chemistry*, 2022, 9003143. <https://doi.org/10.1155/2022/9003143>
- Bag, B. G., & Barai, A. C. (2020). Self-assembly of naturally occurring stigmasterol in liquids yielding a fibrillar network and gel. *RSC advances*, 10(8), 4755–4762. <https://doi.org/10.1039/c9ra10376g>
- Bakrim, S., Benkhaira, N., Bourais, I., Benali, T., Lee, L. H., El Omari, N., Goh, K. W., Ming, L. C., & Bouyahya, A. (2022). Health benefits and pharmacological properties of stigmasterol. *Antioxidants*, 11(10), 1912. <https://doi.org/10.3390/antiox11101912>
- Balazs, D. (1973). Relief types of tropical karst areas. In *Proceedings of the Symposium on Karstmorphogenesis, International Geographical Union European Region Conference* (pp. 16–32). Hungary.
- Balazs, D. (1973). Relief types of tropical karst areas. In *Proceedings of the Symposium on Karst Morphogenesis. International Geographical Union Regional Conference*.
- Barthwal, R., & Mahar, R. (2024). Exploring the significance, extraction, and characterization of plant derived secondary metabolites in complex mixtures. *Metabolites*, 14(2), 119. <https://doi.org/10.3390/metabo14020119>
- Beserra, F. P., Gushiken, L. F. S., Vieira, A. J., Bérnago, D. A., Bérnago, L. P., de Souza, M. O., et al. (2020). From inflammation to skin repair: Topical application of lupeol improves skin wound healing in rats by modulating cytokines, NF- κ B, Ki-67, growth factor expression, and collagen fiber distribution. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(14), 4952. <https://doi.org/10.3390/ijms21144952>
- Bhardwaj, V., Chauhan, S., & Sharma, P. (2014). Probing effect of lipophilic butylated hydroxytoluene on anionic surfactant properties for potential food and pharmaceutical applications: Thermo-acoustic and spectroscopic study. *Fluid Phase Equilibria*, 373, 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2014.03.032>
- Buhian, W. P. C., Rubio, R. O., Valle, D. L., Jr., & Martin-Puzon, J. J. (2016). Bioactive metabolite profiles and antimicrobial activity of ethanolic extracts from *Muntingia calabura* L. leaves and stems. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(8), 682–685. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.06.002>
- Cahyaningtyas, R., Sari, D. P., & Putri, N. A. (2020). Komposisi kimia minyak atsiri sereh dapur. *Jurnal Fitokimia*, 10(1), 23–30.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2008). *Biologi* (Edisi kedelapan, Jilid 3). Terjemahan Damaring Tyas Wulandari. Jakarta: Erlangga.

- Candraningrat, I. D. A. A., Santika, A. A. G. J., Dharmayanti, I. A. M. S., & Prayascita, P. W. (2021). Review kemampuan metode GS-MS dalam identifikasi flunitrazepam terkait dengan aspek forensik dan klinik. *Jurnal Kimia*, 15(1), 12. <https://doi.org/10.23960/jk.v15i1.12>
- Casuga, F. P., Castillo, A. L., & Tolentino Corpuz, M. J.-A. (2016). GC–MS analysis of bioactive compounds present in different extracts of an endemic plant *Broussonetia luzonica* (Blanco) (Moraceae) leaves. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(11), 957–961. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.08.015>
- Cavalcante, G. M., da Silva Cabral, A. E., & Silva, C. C. (2018). Leishmanicidal activity of flavonoids natural and synthetic: A minireview. *Mintage Journal of Pharmaceutical and Medical Sciences*, 7, 25–34.
- Chandra, R., & Alam, F. (2022). Phytochemical analysis using x-ray diffraction spectroscopy (XRD) and GC-MS analysis of bioactive compounds in *Cucumis sativus* L. (Angiosperms; Cucurbitaceae). *The Scientific Temper*, 13(1), 124–131.
- Chatri, M., Jumjunidang, Z., Zahratul, A., & Febriani, D. K. (2022). Aktivitas antifungi ekstrak daun *Melastoma malabathricum* terhadap *Fusarium oxysporum* dan *Sclerotium rolfsii* secara in vitro. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 396–404. <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v10i3.5713>
- Chemistry UII. (2023). *Fitokimia: Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Fakultas MIPA UII.
- Chen, W. P., Yu, C., Hu, P. F., Bao, J. P., Tang, J. L., & Wu, L. D. (2012). Stigmasterol blocks cartilage degradation in rabbit model of osteoarthritis. *Acta biochimica Polonica*, 59(4), 537–541. https://doi.org/10.18388/abp.2012_2088.
- Cheng, L., Ji, T., Zhang, M., & Fang, B. (2024). Recent advances in squalene: Biological activities, sources, extraction, and delivery systems. *Trends in Food Science & Technology*, 146, 104392. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104392>
- Chewchinda, S., & Vongsak, B. (2018). Simultaneous HPTLC quantification of three caffeoylquinic acids in *Pluchea indica* leaves and their commercial products in Thailand. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 28(4), 456–462. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.06.006>
- Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 15(10), 7313–7352. <https://doi.org/10.3390/molecules15107313>
- Dalimartha, S. (1999). *Atlas tumbuhan obat* (Jilid 1). Jakarta: Trubus Agriwidya.
- Dalimunthe, C. I., & Arief, R. (2017). Prospek pemanfaatan metabolit sekunder tumbuhan sebagai pestisida nabati untuk pengendalian patogen pada tanaman karet. *Warta Perkaretan*, 36(1), 17–28. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v36i1.324>
- Dhamayanti, C. A., Rieta, G. D. B. A., & Apsari, M. A. (2023). Potensi warisan geologi di area Gunung Sewu Geopark sebagai pengembangan wisata berbasis edukasi di Indonesia. *Jurnal Teknik Geologi: Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 6(1), 27–37. <http://dx.doi.org/10.30872/jtgeo.v6i1.12200>

- Digital Flora Indonesia. (2023). Digital Flora of Indonesia – A continuously updated checklist of Indonesian plants. <https://www.indonesiaplants.org/>
- Dinesh Kumar, G., Karthik, M., & Rajakumar, R. (2018). GC-MS analysis of bioactive compounds from ethanolic leaves extract of *Eichhornia crassipes* (Mart) Solms. and their pharmacological activities. *The Pharma Innovation Journal*, 7(8), 459–462.
- Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem. (2017). The spectacular tower karst.
- Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem. (2017). *The spectacular tower karst*. <https://ksdae.menlhk.go.id/info/1104/the-spectacular-tower-karst.html>
- D’oca, M. G. M., Viêgas, C. V., Lemôes, J. S., Miyasaki, E. K., Morón-Villarreyes, J. A., Primel, E. G., & Abreu, P. C. (2011). Production of FAMES from several microalgal lipidic extracts and direct transesterification of the *Chlorella pyrenoidosa*. (2011). Production of FAMES from several microalgal lipidic extracts and direct transesterification of the *Chlorella pyrenoidosa*. *Biomass and Bioenergy*, 35(4), 1533-1538. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.12.047>.
- Dong, Y., Chen, C., Zhang, C., Zhang, L., Zhang, Y., Li, Y., & Dong, Z. (2021). Stigmasterol inhibits the progression of lung cancer by regulating retinoic acid-related orphan receptor C. *Histology and Histopathology*, 36, 18388. <https://doi.org/10.14670/HH-18-388>.
- Donowarti, I., & Fidhiani, D. D. (2019). Pengamatan hasil olahan daun beluntas (*Pluchea indica* L.) terhadap sifat fisika dan kimianya. *Jurnal Teknologi Pangan*, 11(2), 49–54. <https://doi.org/10.35891/tp.v11i2.2166>
- El-Darier, S. M., Metwally, A. F. K., Nasser, A. W., & Taha, H. M. (2021). Biointerference relationship between the macroalga *Ulva lactuca* and two green microalgae. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 47(2), 163–169. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2021.03.002>
- Elsharkawy, E. (2016). Anti-inflammatory activity and chemical compositions of essential oil of *Achillea fragmmentissima*. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 6(3), 258–262. <https://doi.org/10.5455/njppp.2016.6.23022016130>
- Fahem, N., Djellouli, A. S., & Bahri, S. (2020). Cytotoxic activity assessment and GC-MS screening of two *Codium* species extracts. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 54(7), 755–760.
- Gafur, A., & Rizki, M. I. (2021). Penerapan teknologi modified sortation untuk standarisasi mutu produk kelompok mitra “Rumah Herbal” Banjarbaru. *Pro Sejahtera: Prosiding Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(1), 1–9.
- Galanty, A., Grudzińska, M., Paździora, W., & Pasko, P. (2023). Erucic acid-both sides of the story: A concise review on its beneficial and toxic properties. *Molecules*, 28(4), 1924. <https://doi.org/10.3390/molecules28041924>
- Ganesh, M., & Mohankumar, M. (2017). Extraction and identification of bioactive components in *Sida cordata* (Burm.f.) using gas chromatography–mass

- spectrometry. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 3082–3091. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2744-z>
- Ghosh, A. K., Bhattacharjee, B., Mishra, S., Das, N., Ghosal, N., Naaz, S., Pal, A., Roy, S. S., Chattopadhyay, A., & Bandyopadhyay, D. (2016). Estra-1,3,5(10)-triene-3,17 β -diol protects mitochondria against Cu-ascorbate induced oxidative damage in in vitro system: A novel therapeutic approach. *Journal of Pharmacy Research*, 10(9), 594–608.
- González-Hernández, R. A., Valdez-Cruz, N. A., & Trujillo-Roldán, M. A. (2024). Factors that influence the extraction methods of terpenes from natural sources. *Chemical Papers*, 78, 2783–2810. <https://doi.org/10.1007/s11696-024-03339-z>
- Gonzalez-Rivera, M. L., Barragan-Galvez, J. C., Gasca-Martínez, D., Hidalgo-Figueroa, S., Isiordia-Espinoza, M., & Alonso-Castro, A. J. (2023). In vivo neuropharmacological effects of neophytadiene. *Molecules*, 28(8), 3457. <https://doi.org/10.3390/molecules28083457>
- Gutzeit, H. O., & Ludwig-Müller, J. (2014). *Plant natural products: Synthesis, biological functions and practical applications* (1st ed.). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.
- Gyrdymova, Y. V., & Rubtsova, S. A. (2022). Caryophyllene and caryophyllene oxide: A variety of chemical transformations and biological activities. *Chemical Papers*, 76(1), 1–39. <https://doi.org/10.1007/s11696-021-01865-8>
- Hagr, T. E., Ali, K. S., Satti, A. A. E., & Omer, A. (2018). GC-MS analysis, phytochemical, and antimicrobial activity of Sudanese *Nigella sativa* (L.) oil. *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 5(4), 23–29.
- Hameed, I. H., Altameme, H. J., & Idan, S. A. (2016). *Artemisia annua*: Biochemical products analysis of methanolic aerial parts extract and antimicrobial capacity. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(2), 1843–1868.
- Handoyo, M. O. M., Yuliani, & Purnama, E. R. (2022). Uji in silico senyawa phytol hasil ekstrak daun Zodia (*Evodia suaveolens*) sebagai antikanker. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(2), 368–373. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n2.p368-373>
- Harnani, E. D., Da'i, M., & Munawaroh, R. (2010). Perbandingan kadar eugenol minyak atsiri bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Meer. & Perry) dari Maluku, Sumatera, Sulawesi, dan Jawa dengan metode GC-MS. *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*, 11(1), 66–73. <https://doi.org/10.23917/pharmacon.v11i1.66>
- Hasrudin, Karimuna, L., & Asyik, N. (2020). Analisis kualitatif dan kuantitatif kandungan formalin pada tahu yang diperdagangkan di Pasar Sentral Kota dan Pasar Sentral Wua-Wua. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 5(1).
- Hawley, A., & Hawley, R. (2004). Natural surfactants: saponins. *International Journal of Cosmetic Science*, 26(5), 271–278. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2494.2004.00225.x>
- Hersila, N., Chattri, M., Vauzia, & Irdawati. (2023). Senyawa metabolit sekunder (tanin) pada tanaman sebagai antifungi. *Jurnal Embrio*, 15(1), 16–22. <https://doi.org/10.31317/embrio.v15i1.882>

- Hotmian, E., Suoth, E., Fatimawali, F., & Tallei, T. E. (2021). Analisis GC-MS (Gas Chromatography - Mass Spectrometry) ekstrak metanol dari umbi rumput teki (*Cyperus rotundus* L.). *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*, 10(2), 849–856. <https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.34034>
- Huang, Z. R., Lin, Y. K., & Fang, J. Y. (2009). Biological and pharmacological activities of squalene and related compounds: Potential uses in cosmetic dermatology. *Molecules*, 14(1), 540–554. <https://doi.org/10.3390/molecules14010540>
- Hugar, A. L., Kanjkar, A. P., & Londonkar, R. L. (2017). Bioactive compounds investigation from methanol bark extract of *Pterocarpus marsupium* using GC-MS analysis. *International Journal of Pharmaceutical Quality Assurance*, 8(3), 104–110.
- Hussein, A. O., Mohammed, G. J., Hadi, M. Y., & Hameed, I. H. (2016). Phytochemical screening of methanolic dried galls extract of *Quercus infectoria* using gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS) and Fourier transform-infrared (FT-IR). *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 8(3), 49–59. <https://doi.org/10.5897/JPP2015.0368>
- Hussein, J., Hussein, H., & Hadi, M., & Hameed, I. (2016). Study of chemical composition of *Foeniculum vulgare* using Fourier transform infrared spectrophotometer and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 8(3), 60–89. <https://doi.org/10.5897/JPP2015.0372>
- Ibrahim, O. H. M., Issa, A. A. H., Al Otaibi, W. M., Al Yasi, H. M., Al Masoudi, L. M., Tawfik, O. H., Alqubaie, A. I., Althobaiti, F., & Ali, E. F. (2025). Biological activity of *Sansevieria cylindrica* Bojer ex Hook. grown at a high altitude region: Phytochemical screening of leaf and rhizome extracts and their *in vitro* antimicrobial and anticancer activities. *Industrial Crops and Products*, 223, Article 120169. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.120169>
- Indriani, S., Isdaryanti, Agustia, M., Poleuleng, A. B., Syahra, N. J., & Prastiyo, Y. B. (2023). Analisis GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) terhadap batang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agrolantae*, 12(2), 147–155. <https://doi.org/10.51978/agro.v12i2.527>
- Irianto, S., Solihin, & Nasihin, Z. (2020). Identifikasi bentang alam karst untuk penentuan kawasan konservasi dan budidaya daerah Cibarani dan sekitarnya, Kecamatan Cirinteun, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. *Jurnal Teknik*, 21(2), 47–53. <https://doi.org/10.33751/teknik.v21i2.3285>
- Islam, M. T., Ali, E. S., Uddin, S. J., Shaw, S., Islam, M. A., Ahmed, M. I., Shill, M. C., Karmakar, U. K., Yarla, N. S., Khan, I. N., Billah, M. M., Pieczynska, M. D., Zengin, G., Malainer, C., Nicoletti, F., Gulei, D., Berindan-Neagoe, I., Apostolov, A., Banach, M., ... Atanasov, A. G. (2018). Phytol: A review of biomedical activities. *Food and Chemical Toxicology*, 121, 82–94. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.08.032>
- Jiang, Y., Li, Y., Wang, Y., & Li, X. (2024). Furanodienone induces apoptosis via regulating the PRDX1/MAPKs/p53/Caspases signaling axis through NOX4-derived mitochondrial ROS in colorectal cancer cells. *Biochemical*

- Pharmacology*, 227, Article 116456.
<https://doi.org/10.1016/j.bcp.2024.116456>
- Jiang, Z., Kempinski, C., & Chappell, J. (2016). Extraction and Analysis of Terpenes/Terpenoids. *Current protocols in plant biology*, 1, 345–358.
<https://doi.org/10.1002/cppb.20024>
- Johan, H., Anggraini, R. D., & Noorbaya, S. (2019). Potensi minuman daun kelor terhadap peningkatan produksi air susu ibu (ASI) pada ibu postpartum. *Sebatik*. 23(1), 192-194. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v23i1.468>.
- Jones, W. K., & White, W. B. (2019). *Karst*. Dalam W. B. White, D. C. Culver, & T. Pipan (Eds.), *Encyclopedia of Caves* (3rd ed.). Elsevier Inc.
- Jose, S., Jameson, J., Biya, M. P. J., & Mendez, A. (2022). A study on the allelopathic effects of *Samanea saman* (Jacq.) Merr. with special reference to identification and characterization of the bioactive principles. *International Journal of Novel Research and Development*, 7(7), 224–229.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.4325092>
- Juswardi, Clara, K., Harmida, Tanzerina, N., Aminasih, N., & Kamal, M. (2024). Analysis of the metabolite profile of mistletoe leaves (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) as an epiphyte on lime using the GC-MS method. *Magna Scientia Advanced Biology and Pharmacy*, 13(2), 80–93.
<https://doi.org/10.30574/msabp.2024.13.2.0073>
- Juswardi, Fitriani, S., Wardana, S. T., Sarno, Lamin, S., & Alawiyah, K. (2024). Metabolite profiling of betel palm nuts (*Areca catechu* L.). *Journal of Biology and Pharmacy*, 12(2), 34–49. <https://doi.org/10.53022/oarjbp.2024.12.2.0039>
- Kadhim, M. J., Al-Rubaye, A. F., & Hameed, I. H. (2017). Determination of bioactive compounds of methanolic extract of *Vitis vinifera* using GC-MS. *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research*, 9(2), 113–126. <https://doi.org/10.25258/ijtpr.v9i02.9047>
- Kala, S. C., & Ammani, K. (2017). GC–MS analysis of biologically active compounds in *Canthium parviflorum* Lam. leaf and callus extracts. *International Journal of ChemTech Research*, 10(6), 1039–1058.
- Kalairasan A, Kumar P, & John, S.A. (2011). GC/MS determination of bioactive components of *Bulbophyllum kaitense*. Reichib leaves estern ghats in India. *New York Science*. 4(10), 46–49.
- Katuuk, R. H. H., Wanget, S. A., & Tumewu, P. (2019). Pengaruh perbedaan ketinggian tempat terhadap kandungan metabolit sekunder pada gulma babadotan (*Ageratum conyzoides* L.). *Jurnal Cocos*, 1(4), 1–6. <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i4.24162>
- Kaufmann, A. (2014). Analytical performance of the liquid chromatography–mass spectrometry method used for the determination of veterinary drug residues in food. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 406, 4141–4150.
<https://doi.org/10.1007/s00216-014-7683-4>
- Kavitha, R. (2021). Phytochemical screening and GC-MS analysis of bioactive compounds present in ethanolic extracts of leaf and fruit of *Trichosanthes dioica* Roxb. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 12(5), 2755–2764. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.12\(5\).2755-64](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.12(5).2755-64)

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Farmakope Herbal Indonesia* (Edisi II). Kementerian Kesehatan RI.
- Khafid, A., Wiraputra, M. D., Putra, A. C., Khoirunnisa, N., Putri, A. A. K., Suedy, S. W. A., & Nurchayati, Y. (2023). Uji kualitatif metabolit sekunder pada beberapa tanaman yang berkhasiat sebagai obat tradisional. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 8(1), 61–70. <https://doi.org/10.14710/baf.8.1.2023.61-70>
- Khodaria, P. (2013). Uji daya hambat ekstrak daun beluntas (*Pluchea indica* Less) terhadap pertumbuhan *Aeromonas hydrophila*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Khoddami, A., Wilkes, M. A., & Roberts, T. H. (2013). Techniques for analysis of plant phenolic compounds. *Molecules*, 18(2), 2328–2375. <https://doi.org/10.3390/molecules18022328>
- Kim, Y.-S., Li, X.-F., Kang, K.-H., Ryu, B., & Kim, S. K. (2014). Stigmasterol isolated from marine microalgae *Navicula incerta* induces apoptosis in human hepatoma HepG2 cells. *BMB Reports*. Korean Society for Biochemistry and Molecular Biology - BMB Reports. <https://doi.org/10.5483/bmbrep.2014.47.8.153>
- Lee, J. E., Jayakody, J. T. M., Kim, J. I., Jeong, J. W., Choi, K. M., Kim, T. S., Seo, C., Azimi, I., Hyun, J. M., & Ryu, B. M. (2024). The Influence of Solvent Choice on the Extraction of Bioactive Compounds from Asteraceae: A Comparative Review. *Foods (Basel, Switzerland)*, 13(19), 3151. <https://doi.org/10.3390/foods13193151>
- Liu, K., Zhang, X., Xie, L., Deng, M., Chen, H., Song, J., Long, J., Li, X., & Luo, J. (2020). Lupeol and its derivatives as anticancer and anti-inflammatory agents: Molecular mechanisms and therapeutic efficacy. *Pharmacological Research*, 164, 105373. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.105373>
- Li, Y., Kong, D., Fu, Y., & Sussman, M. R. (2020). The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 148, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.006>
- Lu, H.-T., Jiang, Y., & Chen, F. (2022). Diffusion of squalene in nonaqueous solvents. *ACS Omega*, 7(45), 39615–39624. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c03842>
- Machado, K. D. C., Islam, M. T., Ali, E. S., Rouf, R., Uddin, S. J., Dev, S., Shilpi, J. A., Shill, M. C., Reza, H. M., Das, A. K., Shaw, S., Mubarak, M. S., Mishra, S. K., & Melo-Cavalcante, A. A. C. (2018). A systematic review on the neuroprotective perspectives of beta-caryophyllene. *Phytotherapy research : PTR*, 32(12), 2376–2388. <https://doi.org/10.1002/ptr.6199>
- Maisarah, M., & Chatri, M. (2023). Karakteristik dan fungsi senyawa alkaloid sebagai antifungi pada tumbuhan. *Jurnal Serambi Biologi*, 8(2), 231–236. <https://doi.org/10.24036/srmb.v8i2.205>
- Mardhiyyah, K., Johan, C. K., & Ravsanjani, E. A. N. (2025). Discovering the potential mechanisms of *Canna indica* leaves ethanolic extract against *Plasmodium falciparum* malaria: Network pharmacology and molecular docking approach. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 9(2), 702–710. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v9i2.37>

- Manoppo, J. I. C., Nurkolis, F., Gunawan, W. B., Limen, G. A., Rompies, R., Heroanto, J. P., Natanael, H., Phan, S., & Tanjaya, K. (2022). Functional sterol improves breast milk quality by modulating the gut microbiota: A proposed opinion for breastfeeding mothers. *Frontiers in nutrition*, 9, 1018153. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1018153>
- Manu, R. R. S. (2013). Aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun beluntas (*Pluchea indica* L.) terhadap *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.26740/jrba.v2n2.p49-54>
- Manguntungi, B., Kusuma, A. B., Yulianti, Asmawati, & Yunianti. (2017). Pengaruh kombinasi ekstrak kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dan sirih (*Piper betle* L) dalam pengendalian penyakit vibriosis pada udang. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 1(3), 138–144. <https://doi.org/10.24002/biota.v1i3.1231>
- Margareta, M. A. H., & Wonorahardjo, S. (2023). Optimasi metode penetapan senyawa eugenol dalam minyak cengkeh menggunakan gas chromatography – mass spectrum dengan variasi suhu injeksi. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 6(2), 95–103. <https://doi.org/10.24246/juses.v6i2p95-103>
- Martis, R. M., Knight, L. J., Donaldson, P. J., & Lim, J. C. (2020). Identification, expression, and roles of the cystine/glutamate antiporter in ocular tissues. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, 4594606. <https://doi.org/10.1155/2020/4594606>
- Mastura, E. Y., Asri, M. T., & Purnama, E. R. (2020). Biokomputasi aktivitas senyawa D-alpha-tocopherol dari ekstrak daun Zodia (*Evodia suaveolens*) sebagai antikanker secara in silico. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 9(2), 129–136. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v9n2.p129-136>
- Mierziak, J., Kostyn, K., & Kulma, A. (2014). Flavonoids as important molecules of plant interactions with the environment. *Molecules*, 19(10), 16240–16265. <https://doi.org/10.3390/molecules191016240>
- Mitra, S., & Dangan, R. (1997). Surfactant properties of saponins. *Journal of Surfactants and Detergents*, 2(4), 469–473. <https://doi.org/10.1007/BF02873757>
- Morgan, L. V., Petry, F., Scatolin, M., de Oliveira, P. V., Alves, B. O., Zilli, G. A. L., Volfe, C. R. B., Oltramari, A. R., de Oliveira, D., Scapinello, J., & Müller, L. G. (2021). Investigation of the anti-inflammatory effects of stigmasterol in mice: Insight into its mechanism of action. *Behavioural Pharmacology*, 32(8), 640–651. <https://doi.org/10.1097/FBP.0000000000000658>
- Muadifah, A., Tilarso, D. P., Sowe, M. S., Tarigan, I. L., Ngibad, K., & Yuliantari, S. D. (2024). LC-MS based metabolite profiling leaves extract of *Pluchea indica* with antioxidant activity. *Chempublish Journal*, 8(2), 75–89. <https://doi.org/10.22437/chp.v8i2.36869>
- Mujeeb, F., Bajpai, P., & Pathak, N. (2014). Phytochemical evaluation, antimicrobial activity, and determination of bioactive components from leaves of *Aegle marmelos*. *BioMed Research International*, 2014, Article 497606. <https://doi.org/10.1155/2014/497606>

- Mukhriani. (2014). Ekstraksi, pemisahan senyawa, dan identifikasi senyawa aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2), 361–367. <https://doi.org/10.24252/kesehatan.v7i2.55>
- Mundari, R., Agustina, I. F., & Megawati. (2023). Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Kelor terhadap Peningkatan Produksi Asi pada Ibu Menyusui. *Jurnal Kebidanan Basurek*, 8(1), 27–36.
- Muzahid, A. A., Sharmin, S., Hossain, M. S., Ahamed, K.U., Ahmet, N., Yeasmin, M. S., Ahmed, N. U., Saha, B. K., Rana, G. M. M., Maitra, B., Bhuiyan, M. N. H. (2023). Analysis of bioactive compounds present in different crude extracts of *Benincasa hispida* and *Cucurbita moschata* seeds by gas chromatography-mass spectrometry. *Heliyon*, 9(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12702>.
- Neamsuvan, O., & Ruangrit, T. (2017). A survey of herbal weeds that are used to treat gastrointestinal disorders from southern Thailand: Krabi and Songkhla provinces. *Journal of Ethnopharmacology*, 198, 318–327. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.06.039>
- Ningrum, R., Purwanti, E., & Sukarsono. (2016). Identifikasi senyawa alkaloid dari batang karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) sebagai bahan ajar biologi untuk SMA kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2(3), 231–236.
- Ningsih, I. S., Chatri, M., Advinda, L., & Violita. (2023). Senyawa aktif flavonoid yang terdapat pada tumbuhan. *Serambi Biologi*, 8(2), 126–132.
- Nisa, K., Hakim, A. R., & Noval. (2023). Penetapan parameter spesifik daun beluntas (*Pluchea indica* L.) asal Kalimantan Selatan. *Jurnal Farmasi Syifa*, 1(2), 106–109.
- Nisa, S., Shoukat, M., Bibi, Y., Al Ayoubi, S., Shah, W., Masood, S., Sabir, M., Bano, A., & Qayyum, A. (2022). Therapeutic prospects of endophytic *Bacillus* species from *Berberis lycium* against oxidative stress and microbial pathogens. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29, 287–295.
- Nithya, M., Ragavendran, C., & Natarajan, D. (2018). Antibacterial and free radical scavenging activity of a medicinal plant *Solanum xanthocarpum*. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 313–327. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1409236>
- Nugroho, L. H. (2018). *Struktur dan produk jaringan sekretori tumbuhan* (Cetakan ke-2). Yogyakarta: UGM Press.
- Nuriah, S., Putri, M. D., Rahayu, S., Advait, C. V., Nurfadhila, L., & Utami, M. R. (2023). Analisis kualitatif senyawa parasetamol pada sampel biologis menggunakan metode gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(2).
- Nurhidayah, & Sukardiman. (2023). Aktivitas antiinflamasi (peradangan) berbagai tumbuhan dan tanaman obat tradisional. *Jurnal Penelitian Kesehatan “Suara Forikes”*,
- Nurmala, S., Rahminiwati, M., Sholehah, A. N., & Zaddana, C. (2024). The effect of galanga rhizome (*Kaempferia galanga* L.) extract on the mice’s mammary glands. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 11(1), 109–116.

- Nurzaman, M. (2018). Karakteristik saponin sebagai surfaktan alami. *Serambi Biologi*, 8(2), 251–258.
- Parisotto-Peterle, J., Bidone, J., Lucca, L. G., Araujo, G. de M. S., Falkembach, M. C., da Silva Marques, M., Horn, A. P., dos Santos, M. K., da Veiga, V. F. Jr., Limberger, R. P., Teixeira, H. F., Dora, C. L., & Koester, L. S. (2020). Healing activity of hydrogel containing nanoemulsified β -caryophyllene. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 148, 105318. <https://doi.org/10.1016/j.ejps.2020.105318>
- Parwata, I. M. O. A. (2016). *Obat tradisional*. Jurusan Kimia, Universitas Udayana.
- Paspalum. (2024). Mekanisme pembentukan metabolit sekunder pada tumbuhan. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 12(1), 210–220.
- Pawar, M. K., Dwivedi, J. A., & Dwivedi, U. K. (2023). Structural elucidation of chemical compounds of pharmacological significance from *Convolvulus pluricaulis* by gas chromatography–mass spectroscopy (GC-MS) analysis. *International Journal of Current Advance Research*, 12(7), 2221–2226.
- Pejin, B., Savic, A., Sokovic, M., Glamoclija, J., Ciric, A., Nikolic, M., Radotic, K., & Mojovic, M. (2014). Further in vitro evaluation of antiradical and antimicrobial activities of phytol. *Natural Product Research*, 28(6), 372–376. <https://doi.org/10.1080/14786419.2013.869692>
- Pertala, M. S., Tutik, & Nofita. (2022). Identifikasi senyawa metabolit sekunder menggunakan instrumen GC-MS pada ekstrak kulit bawang merah (*Allium cepa* L.) menggunakan pelarut etil asetat dan n-heksana. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 9(4), 1300-1309. <https://doi.org/10.33024/jikk.v9i4.5658>
- Phunpee, S., Chaiyana, W., & Wongkrajang, Y. (2017). Komponen utama minyak atsiri sereh wangi. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(5), 89–95.
- Prasad, S., Kalra, N., Singh, M., & Shukla, Y. (2008). Protective effects of lupeol and mango extract against androgen-induced oxidative stress in Swiss albino mice. *Asian Journal of Andrology*, 10(2), 313–318. <https://doi.org/10.1111/j.1745-7262.2008.00313.x>
- Prayitno, S. A. and Rahim, A. R. (2020). The Comparison of Extracts (Ethanol and Aquos Solvents) *Muntingia calabura* Leaves on Total Phenol, Flavonid and Antioxidant (Ic50) Properties. *Kontribusi (Research Dissemination for Community Development)*, 3(2), 319
- Putri, A. D., Ramadhani, D. A., & Sari, N. M. (2023). Jalur biosintesis metabolit sekunder pada tumbuhan. *Jurnal Fitokimia Indonesia*, 12(1), 45–53.
- Raharjo, I., & Horsten, S. F. A. J. (2002). *Pluchea indica*. In J. L. C. H. van Valkenburg & N. Bunyapraphatsara (Eds.), *Plant resources of South East Asia* (Vol. 12, Part 2, pp. 441–443). Bogor, Indonesia: PROSEA Foundation.
- Putri, A. D., Ramadhani, D. A., & Sari, N. M. (2023). Jalur biosintesis metabolit sekunder pada tumbuhan. *Jurnal Fitokimia Indonesia*, 12(1), 45–53.
- Putri, P. A., Chattri, M., & Advinda, L. (2023). Karakteristik Saponin Senyawa Metabolit Sekunder pada Tumbuhan. *Jurnal Serambi Biologi*, 8(2), 252-256. <https://doi.org/10.24036/srmb.v8i2.207>

- Raharjo I, SFAJ Horsten. (2002). *Pluchea indica* in: *Plant Resources of South East Asia No 12* (2). JLCH van Valkenburg and N Bunyaphratharsa. Bogor Indonesia: 441-443.
- Rahayu, O. (2018). *Glikosida*. Universitas Brawijaya.
- Rahman, A., & Salam, A. (2023). Diversitas senyawa volatil dari berbagai jenis tanaman dan potensinya sebagai pengendali hama. *Psikobio: Jurnal Psikologi dan Biologi*, 6(1), 1-8. <https://doi.org/10.24252/psb.v6i1.16949>
- Ramadhani, D. A., Putri, A. D., & Wulandari, S. (2022). Biosintesis metabolit sekunder: Jalur asam asetat, sikimat, dan mevalonat. *Jurnal Bioteknologi dan Bahan Alam*, 9(2), 110–118.
- Rizvi, S. N. R., Afzal, S., Khan, K. U., Aati, H. Y., Rao, H., Ghalloo, B. A., Shahzad, M. N., Khan, D. A., Esatbeyoglu, T., & Korma, S. A. (2023). Chemical characterisation, antidiabetic, antibacterial, and in silico studies for different extracts of *Haloxylon stocksii* (Boiss.) Benth: A promising halophyte. *Molecules*, 28(9), 3847. <https://doi.org/10.3390/molecules28093847>
- Rochman, D. A., Sutrisno, E., & Ernes, A. (2019). Karakteristik fisikokimia serbuk jamu daun beluntas (*Pluchea indica* L.). *Agromix*, 10(1).
- Rohloff, J. (2015). Analysis of phenolic and cyclic compounds in plants using derivatization techniques in combination with GC MS based metabolite profiling. *Molecules*, 20(2), 3431–3462. <https://doi.org/10.3390/molecules20023431>
- Rudjiman, A., Adrie, S., & Kusbiantoro, A. (2022). Identifikasi dan karakterisasi senyawa metabolit sekunder pada ekstrak daun tumbuhan. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 11(1), 184–191.
- Saber, M., Harhar, H., Bouyahya, A., Ouchbani, T., & Tabyaoui, M. (2021). Chemical composition and antioxidant activity of essential oil of sawdust from Moroccan thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters). *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(1), 7912–7920. <https://doi.org/10.33263/BRIAC111.79127920>
- Salawangi, R., Dahlan, A. K., Arif, & Djainal, H. (2021). Studi geomorfologi kawasan bentang alam karst di Desa Sagea Kecamatan Weda Utara Kabupaten Halmahera Tengah. *Jurnal Teknik*, 14(2).
- Sari, F., Hasanah, F. H., Kristianingsih, I., & Sukmana, A. L. (2022). Identifikasi senyawa metabolit ekstrak etanol daun beluntas (*Pluchea indica*) secara kualitatif dengan kromatografi lapis tipis. *Jurnal Sintesis*, 3(1), 1–7.
- Sasidharan, S., Chen, Y., Saravanan, D., Sundram, K. M., & Yoga Latha, L. (2011). Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from plants extracts. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v8i1.65226>
- Selmar, D., & Kleinwächter, M. (2013). Influencing the product quality by deliberately applying drought stress during the cultivation of medicinal plants. *Industrial Crops and Products*, 42, 558–566. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.06.020>
- Selmar, D., & Kleinwächter, M. (2013). Stress enhances the synthesis of secondary plant products: The impact of stress-related over-reduction on the accumulation

- of natural products. *Plant & Cell Physiology*, 54(6), 817–826. <https://doi.org/10.1093/pcp/pct054>
- Setiawan, F. A. D., Soetjipto, H., & Hartini, S. (2023). Profil fisiko-kimia minyak kulit batang pulosari (*Alyxia reinwardtii* Bl.) dan aktivitas antioksidannya. *Akta Kimia Indonesia*, 8(1), 12–30. <https://doi.org/10.12962/j25493736.v8i1.13856>
- Setiawan, H. K., & Wijaya, S. (2023). Morphology profile and anatomy of beluntas leaves (*Pluchea indica*) and differences in the chemical content profile of beluntas leaves in different geographical conditions. *Jurnal Tumbuhan Obat Indonesia*.
- Setyorini, & Yusnawan, E. (2017). Peningkatan kandungan metabolit sekunder tanaman aneka kacang sebagai respon cekaman biotik. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(2), 167–174.
- Sheela, D., & Uthayakumari, F. (2013). GC-MS analysis of bioactive constituents from coastal sand dune taxon—*Sesuvium portulacastrum*. *Bioscience Discovery*, 4, 47–53.
- Simaremare, E. S. (2014). Skrining fitokimia ekstrak etanol daun gatal (*Laportea decumana* (Roxb.) Wedd). *Pharmacy*.
- Sitorus, C. J., & Hutabarat, G. A. R. (2024). Uji kandungan alkaloid pada bubuk kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan metode sokletasi. *Konstanta: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2), 180–187.
- Snyder, L. R., Kirkland, J. J., & Dolan, J. W. (1997). *Introduction to modern liquid chromatography* (3rd ed.). Wiley-Interscience.
- Soni, K., Preeti, M., & Sanjay, S. (2023). Bioactive compounds from fresh water green macro algae of Ganga water. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 12(5), 369–385. <https://doi.org/10.22271/phyto.2023.v12.i5d.14750>
- Sosa, A. A., Bagi, S. H., & Hameed, I. H. (2016). Analysis of bioactive chemical compounds of *Euphorbia lathyrus* using gas chromatography–mass spectrometry and Fourier transform infrared spectroscopy. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 8(5), 109–126. <https://doi.org/10.5897/JPP2015.0371>
- Srisook, K., Buapool, D., Boonbai, R., Simmasut, P., Charoensuk, Y., & Srisook, E. (2012). Antioxidant and anti-inflammatory activities of hot water extract from *Pluchea indica* Less. herbal tea. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(23), 4077–4084.
- Srivastava, R., Mukerjee, A., & Verma, A. (2015). GC-MS analysis of phytocomponents in pet ether fraction of *Wrightia tinctoria* seed. *Pharmacognosy Journal*, 7(4), 249–253. <https://doi.org/10.5530/pj.2015.4.7>
- Subavathy, P., & Thilaga, R. D. (2016). GC-MS analysis of bioactive compounds from whole body tissue methanolic extract of *Cypraea arabica* (L.1758). *World Journal of Pharmaceutical Research*, 5(3), 800–806.
- Sulastoro. (2013). Karakteristik sumberdaya air di daerah karst (studi kasus daerah Pracimantoro). *Journal of Rural and Development*, 4(1).
- Sumardjo, D. (2009). *Pengantar kimia: Buku panduan kuliah mahasiswa kedokteran dan program strata I fakultas bioeksta* (1st ed., A. Hanif, J. Marunung, & J. Simanjuntak, Eds.). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

- Surahmaida, S., Umarudin, U., Rani, A. W., & Dewi, N. C. (2021). Skrining fitokimia senyawa metabolit sekunder ekstrak metanol daun jarak pagar (*Jatropha curcas*) dengan GC-MS. *J Pharmasci*, 6(1), 25–30.
- Suriyaphan, O. (2014). Nutrition, health benefits and applications of *Pluchea indica* (L.) Less leaves. *Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences*, 41(4), 1–10.
- Teixeira, F. S., Pimentel, L. L., Vidigal, S. S. M. P., Costa, P. T., Pintado, M. E., & Rodríguez-Alcalá, L. M. (2022). Suitability of Solvent-Assisted Extraction for Recovery of Lipophilic Phytochemicals in Sugarcane Straw and Bagasse. *Foods*, 11(17), 2661. <https://doi.org/10.3390/foods11172661>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2015). *Plant Physiology* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Utami, D. (2019). Surfaktan alami dan aplikasinya. *Jurnal Kimia*, 13(2), 27–35.
- Vifta, R. L., & Advistasari, Y. D. (2018). Skrining fitokimia, karakterisasi, dan penentuan kadar flavonoid total ekstrak dan fraksi-fraksi buah parioto (*Medinilla speciosa* B.). *Prosiding Seminar Nasional Unimus*, (1).
- Vincken, J.-P., Heng, L., de Groot, A., & Gruppen, H. (2007). Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. *Phytochemistry*, 68(3), 275–297. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.10.022>
- Voight, R. (1995). *Buku pelajaran teknologi farmasi* (S. Noerono, Trans.). Gajah Mada University Press. (pp. 566–567)
- Wahyuni, D. K., Junairiah, J., Rosyanti, C., Kharisma, V. D., Syukriya, A. J., Rahmawati, C. T., Purkan, P., Subramaniam, S., Prasongsuk, S., & Purnobasuki, H. (2024). Computational and in vitro analyses of the antibacterial effect of the ethanolic extract of *Pluchea indica* L. leaves. *Biomedical Reports*, 21(1), 1825. <https://doi.org/10.3892/br.2024.1825>
- Wang, Y., Li, X., Jiang, Q., Sun, H., Jiang J., Chen, S., Guan Z., Fang, W., & Chen, F. (2018). GC-MS analysis of the volatile constituents in the leaves of 14 compositae plants. *Molecules*, 23(1), 166. <https://doi.org/10.3390/molecules23010166>
- Wasito, H. (2008). Peran perguruan tinggi farmasi dalam pengembangan industri kecil obat tradisional untuk pengentasan kemiskinan. *Wawasan Tri Dharma Majalah Ilmiah Kopertis Wilayah IV*, (8).
- White, W. B. (1988). *Geomorphology and hydrology of karst terrains*. Oxford University Press.
- Widyawati, P. S., Budianta, T. D. W., Kusuma, F. A., & Wijaya, E. L. (2014). Difference of solvent polarity to phytochemical content and antioxidant activity of *Pluchea indica* Less. leaves extracts. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 6(4), 850–855.
- Yamamoto, H., & Kato, T. (2014). Extraction of aroma compounds in blackcurrant buds by alternative solvents: Theoretical and experimental solubility study. *Comptes Rendus Chimie*, 17(5), 533–541. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2014.03.013>
- Yang, F.-Q., Wang, Y.-T., & Li, S.-P. (2006). Optimization of GC-MS conditions based on resolution and stability of analytes for simultaneous determination of nine sesquiterpenoids in three species of *Curcuma rhizomes*. *Journal of*

- Chromatography* A, 1134(1–2), 226–231.
<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.09.048>
- Yanuartono, Y. (2017). Peran saponin triterpenoid sebagai senyawa pertahanan alami pada tumbuhan. *Jurnal Fitokimia Indonesia*, 14(1), 45–52.
- Zhao, F., Wang, P., Lucardi, R. D., Su, Z., & Li, S. (2020). Natural sources and bioactivities of 2,4-di-tert-butylphenol and its analogs. *Toxins*, 12(1), 35.
<https://doi.org/10.3390/toxins12010035>
- Zhang, Q. W., Lin, L. G., & Ye, W. C. (2020). Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. *Chinese Medicine*, 13(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>
- Zhong C, Hu C, Xu C, Zhang Z, dan Hu G (2024) Metabolomik mengungkap perubahan profil metabolik tanah selama suksesi vegetasi di kawasan karst. *Front. Microbiol.* 15:1337672.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1337672>